

Балакин Вячеслав Владимирович, аспирант
Консультант: Беляев Сергей Юрьевич, доц., канд.техн.наук
Научный руководитель: Паршин Владимир Сергеевич, проф., д-р техн. наук

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ НАГРУЗОК, ВОЗНИКАЮЩИХ В ПРОЦЕССЕ КОВКИ ПРУТКОВ В ДВУХФАЗНОЙ ОБЛАСТИ

Радиально-ковочная машина РКМ-800 производства фирмы "SACK" установлена в цехе № 22 АО "Верхнесалдинское металлургическое производственное объединение" и выполняет технологическую операцию многопроходной ковки в горячем состоянии слитков и промежуточных заготовок из титановых сплавов в прутки.

Согласно техническим и паспортным данным, РКМ-800 рассчитана на деформацию слитков легкодеформируемых сплавов максимальным диаметром от 710 мм (28"), при однозаходных бойках, и 635 мм (25") - при двухзаходных реверсивных бойках. При ковке труднодеформируемых сплавов максимальный диаметр слитка или заготовки не должен превышать 430 мм (17") Минимальный конечный размер заготовки, установленный фирмой-изготовителем РКМ-800 составляет 178 мм (7").

Каждый из четырех бойков радиально-ковочной машины должен развивать паспортное усилие 800 тонн силы (7,85 МН). Максимальное давление в гидросистеме не должно превышать 315 кгс/см^2 (атм) или 30,9 МПа.

Для оценки реального уровня нагружения РКМ и замера усилий ковки регистрировались значения гидравлического давления в гидросистеме привода каждого из бойков в функции времени. В качестве метода экспериментального исследования, позволяющего определить действительные значения усилий, развиваемых РКМ в процессе ковки прутков, был принят метод электротензометрии. В качестве измерительных элементов использовались главные трубопроводы радиально-ковочной машины, связывающие главные цилиндры с насосами каждого из бойков.

В ходе исследования было установлено, что радиально-ковочная машина РКМ-800 «SACK» не может развивать паспортного технологического усилия в 800 тс (7850 кН) без перегрузки гидросистемы. Ограничивающим фактором при назначении предельных нагрузок необходимо считать гидравлическое давление, предельный уровень которого составляет 266 атм (26,1 МПа), а допустимый уровень - 239 атм (23,5 МПа). Этим уровням гидравлических давлений соответствуют технологические усилия на бойках в 599 тс (5870 кН) и 538 тс (5278 кН).

В результате статистической обработки результатов экспериментального исследования установлено, что продолжительность процесса ковки для одного прохода (перехода) прямо пропорциональна длине исходного прутка и обратно пропорциональна подаче заготовки (установке движения манипулятора). Кроме того, влияние на продолжительность процесса ковки оказывает длина калибрующей части бойков. Наибольшее влияние на продолжительность обработки

биллетса радиально-ковочной машиной оказывает принятая схема ковки. Так продолжительность процесса ковки в две стадии с перехватом заготовки манипуляторами при остановке РКМ в 1,4..1,8 раза больше, чем длительность аналогичного процесса при “ковке на проход”. При определении полной продолжительности ковки для многопроходных процессов необходимо учесть продолжительности каждого из проходов (переходов) и длительность пауз между проходами, среднестатистическое значение которых составляет 16,0 секунд, а стандартное отклонение $\pm 8,0$ секунд.

Для сплавов Ti6Al4V, 3.7164.1 (3.7165.1), Gr 2, Gr 9, Вт 22 на основе статистической обработки результатов исследования построены зависимости давления, используемого для деформации металла, от диаметра исходной заготовки, относительного обжатия по диаметру и длительности процесса ковки. Проведен количественный анализ значимости каждого из названных факторов и определены допустимые режимы деформации прутков без перегрузки оборудования.

Для сплавов Ti6Al4V, 3.7164.1 (3.7165.1), ВТ 22 построены зависимости изменения технологических нагрузок от температуры нагрева. Проведенное исследование и статистическая обработка энергосиловых параметров процесса ковки прутков в зависимости от диаметра заготовки, продолжительности обработки и температуры позволило связать три последних фактора между собой. В результате для каждого диаметра заготовки найдено время, соответствующее остыванию прутка на 1 градус.

В целом уровень технологических нагрузок при уменьшении длины калибрующей части бойка с 300 мм до 200 мм снижается вследствие уменьшения площади контактной поверхности между металлом и инструментом на 50-80 атм (4,9-7,8 МПа) или на 110-180 тс (1100-1800 кН).

В результате проведенных исследований установлено, что в пределах партии заготовок существует значительное (до 15%) рассеяние технологических нагрузок, вызванное как различиями в условиях нагрева, так и механических свойств прутков. Нагрев заготовок в газовой печи, при прочих равных условиях, приводит к возрастанию энергосиловых параметров процесса до 10..15 % по сравнению с нагревом заготовок в печах сопротивления.

Не выявлено влияния на величину технологических нагрузок таких параметров процесса деформации как предварительная поверхностная обработка заготовок (кислотное и щелочное травление, шоопирование, покрытие стеклом и эмалью), и установки движения манипулятора (подача).

Технологические нагрузки при калибровке прутков составляют 40-60 % от соответствующих значений при основной деформации заготовок.

По результатам исследования сформулированы рекомендации по построению технологического процесса ковки прутков из титановых сплавов в двухфазной области на радиально-ковочной машине РКМ-800 «SACK», что создаст условия для ведения данной производственной операции без перегрузки оборудования и гидросистемы радиально-ковочной машины.